

Verwijdering Gewasbeschermingsmiddelen uit spuiwater van de glastuinbouw; experimenten met ‘Standaard Water’

Kaspar Groot Kormelinck, Ton van Remmen (Van Remmen UV-Technology), Maarten Nederlof (Nederlof Research & Consultancy)

Per 1 januari 2018 geldt een zuiveringsplicht voor gewasbeschermingsmiddelen uit spuiwater uit de glastuinbouw. Hiervoor is een goedgekeurde zuiveringsinstallatie verplicht. Bij het testen van zuiveringsinstallaties voor gewasbeschermingsmiddelen, is de uitvoering van een landelijk vastgesteld protocol nog niet eenduidig en reproduceerbaar. Op basis van onderzoek is vastgesteld dat er twee kritische stappen in het proces zijn: de samenstelling en bereiding van het standaard water waarmee de testen worden uitgevoerd en de analyzenauwkeurigheid van gewasbeschermingsmiddelen in de betreffende matrix. Deze aspecten zijn des te meer van belang omdat een verwijderingsrendement van 95% per gewasbeschermingsmiddel moet worden aangetoond.

Met name rond glastuinbouwgebieden worden overschrijdingen van de kwaliteitsnormen voor oppervlaktewater geconstateerd voor een aantal gewasbeschermingsmiddelen (www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl). Daarom zijn in de Tweede Nota Duurzame Gewasbescherming maatregelen aangekondigd voor de glastuinbouw, om deze overschrijdingen in 2018 met 50 procent terug te dringen en met 90 procent in 2023. Hiertoe hebben betrokken partijen in 2015 het Hoofdlijnenakkoord Waterzuivering Glastuinbouw opgesteld, met afspraken om per 1 januari 2018 te komen tot een zuiveringsplicht voor individuele glastuinbouwbedrijven. Het akkoord biedt de alternatieve mogelijkheden om gebruik te maken van een mobiele installatie of deel te nemen aan een collectieve waterzuivering. Deze afspraken zijn vastgelegd in een wijziging van het Activiteitenbesluit Milieubeheer [1].

Onderdeel van deze regeling is het installeren van een door de Beoordelingscommissie Zuivering Glastuinbouw (BZG) goedgekeurde zuiveringsinstallatie, die 95 procent van de gewasbeschermingsmiddelen kan verwijderen. De goedkeuring vindt plaats op basis van een test met zogenoemd Standaard Water [2], [3] waaraan een aantal gewasbeschermingsmiddelen (gbm) is toegevoegd, samen met nutriënten en modelstoffen voor vervuiling; NOM (Natural Organic Matter) en een kleifraction (illiet) [4]. Met dit Standaard Water wordt het verwijderingsrendement van installaties volgens een vastgesteld protocol bepaald. In deze test wordt met de beoogde installatie en daaraan gekoppelde instellingen een hoeveelheid Standaard Water behandeld.

Het verwijderingsrendement wordt vastgesteld door gbm-gehalten in influent en effluent te meten en statistisch te toetsen of voor alle individuele middelen in het Standaard Water een verwijderingsrendement van 95 procent of meer is behaald. Dit artikel gaat in op de uitdagingen die een dergelijke beoordelingstest voor de leverancier van zuiveringsinstallaties oplevert.

Standaard Water

Spuiwater van de glastuinbouw varieert in samenstelling en het is ondoenlijk onderscheid te maken naar samenstelling. Hiervoor is een representatief ‘Standaard Water’ ontwikkeld. Het Standaard Water

is ontwikkeld door WUR Glastuinbouw om op een gestandaardiseerde en reproduceerbare manier zuiveringstechnologieën in de glastuinbouw te evalueren. Standaard Water is opgesteld als een ‘realistisch worst-case-scenario’ [2], [3] met componenten die relevant zijn voor de praktijk.

Het Standaard Water is gebaseerd op een voedingsoplossing met nutriënten die in de praktijk gebruikt worden, aangevuld met ‘vervuiling’ om materiaal van planten (humusverbindingen) en leidingen (deeltjes) mee te nemen, en een representatieve cocktail van 11 gewasbeschermingsmiddelen.

Begin 2016 is de samenstelling van het Standaard Water aangepast om het meetprotocol voor het testen van zuiveringsinstallaties beter uit te kunnen voeren. Veranderingen betreffen vooral een verhoging van de concentratie gbm om een verwijderingsrendement van 95 procent per middel betrouwbaar vast te kunnen stellen en aanpassing vervuilingsgraad om een hogere transmissie te krijgen (zie tabel 1).

Voor dit artikel is ervoor gekozen om alleen de middelen te rapporteren die in zowel de oude als de nieuwe receptuur van het Standaard Water aanwezig zijn zodat een-op-een vergelijking van resultaten met de recepten mogelijk is. Dit betekent dat in alle in dit artikel beschreven gevallen 8 van de 11 gebruikte middelen worden gegeven die in *beide* recepten aanwezig zijn. De middelen die in de vergelijking ontbreken zijn (zie tabel 1):

- Uit Standaard Water recept 2015; azoxystrobin, carbendazim, methiocarb en thiacloprid
- Uit Standaard Water recept 2016; abamectine, esfenvaleraat en spinosad.

Tabel 1. Verschillen in gbm-concentratie tussen Standaard Water recept 2015 en 2016 [2], [3]

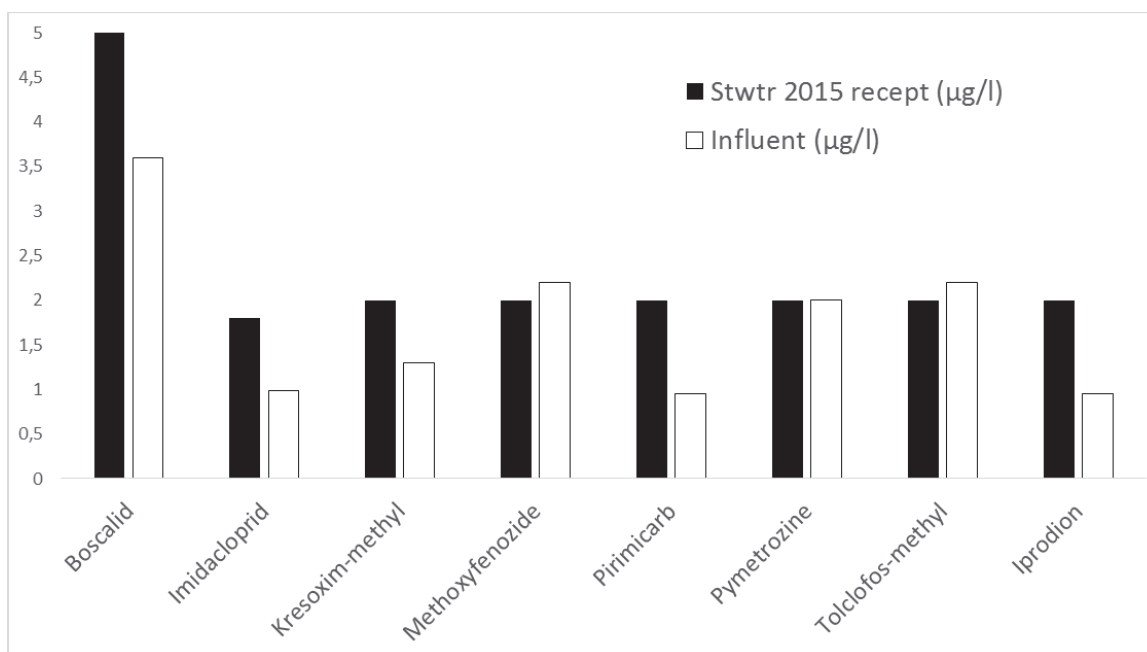
Middel	Concentratie recept 2015 (µg/l)	Concentratie recept 2016 (µg/l)
Boscalid	4	10
Kresoxim-methyl	2	5
Abamectine	-	50
Esfenvaleraat	-	10
Imidacloprid	2	4
Iprodion	2	50
Methoxyfenozide	2	10
Primicarb	2	2
Pymetrozine	2	50
Spinosad	-	10
Tolclofos-methyl	2	3
Azoxystrobin	2	-
Carbendazim	2	-
Methiocarb	2	-

Gedurende twee jaar zijn in diverse projecten de transmissiewaarden (doorlaatbaarheid voor UV-licht) gemeten van de gebruikte Standaard Waters met de oude (Stwtr 2015) en de nieuwe samenstelling (Stwtr 2016). Bij al deze tests is het Standaard Water volgens voorschrift aangemaakt uit een nieuwe, volgens recept samengestelde batch en de transmissie gemeten. Hierbij wordt bevestigd dat de transmissie van het nieuwe recept hoger is; gemiddeld 10 procent.

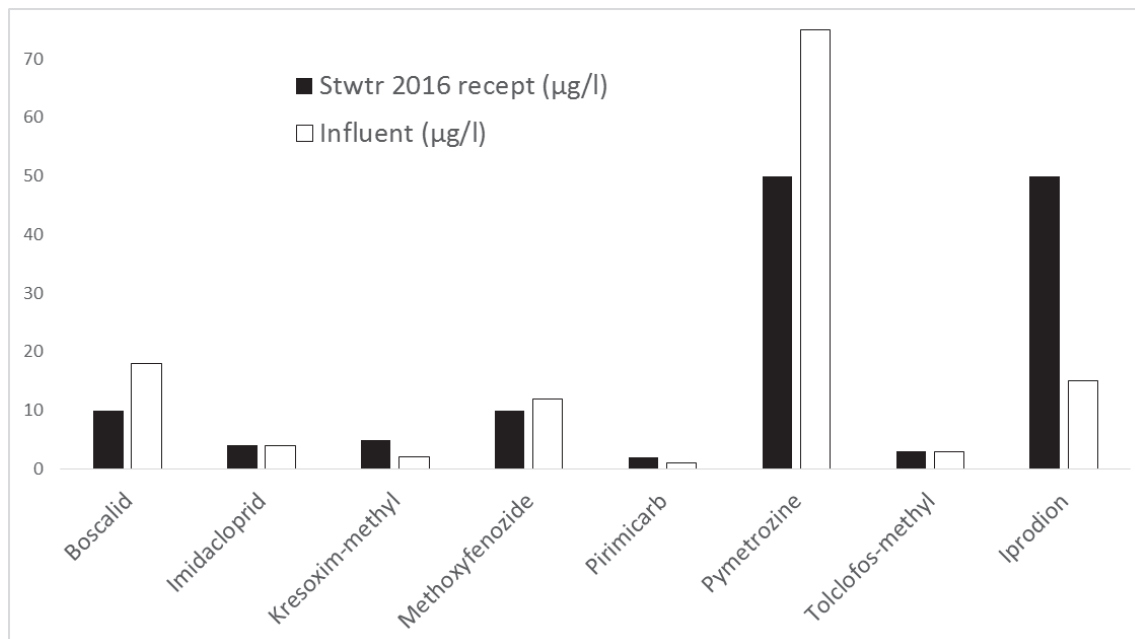
Tabel 2. Verschillen in transmissie (T10;% @254nm) tussen Standaard Water recept 2015 en 2016 [5], [6], [7], [8]

Stwtr 2016		Stwtr 2015	
	T10 gem. (%)		T10 gem. (%)
Test-1 Mei 2016	25,6	Test-1 Okt. 2015	10,9
Test-2 Juli 2016	24,5	Test-2 April 2016	19,2
Test-3 Sept. 2016	24,9		

Uitgangspunt van het meetprotocol is dat in het influent de streefwaarde van de concentratie gbm terug gemeten moet worden binnen een marge van 50 procent. Deze marge is meegenomen vanwege de spreiding in analysesresultaten. Uit afbeelding 1 en 2 blijkt dat met name voor imidacloprid, pymetrozine, boscalid en iprodion de gemeten concentraties afwijken van de streefwaarden. Met uitzondering van iprodion zijn deze echter wel binnen de gestelde grens van 50% [2], [3]. Met name voor iprodion lijkt iets anders aan de hand te zijn dan een spreiding in analysesresultaten. Vooral in het nieuwe Standaard Water met hogere gbm-gehalten is deze afwijking significant en bij herhaling zichtbaar. Het is niet duidelijk waardoor deze afwijkingen veroorzaakt worden. Mogelijke verklaringen hiervoor kunnen de binding aan organische stof of de toegevoegde klei-fractie (illiet) en adsorptie aan de wand van de (kunststof) opslagvaten zijn of reductie door natriumsulfiet.



Afbeelding 1. Samenstelling Standaard Water recept 2015: gemeten gbm-gehalten in influent vergeleken met de streefwaarden [5]



Afbeelding 2. Samenstelling Standaard Water recept 2016: gemeten gbm-gehalten in influent vergeleken met de streefwaarden (Y-as wijkt af van afbeelding 1) [6]

Resultaten testen met UV/H₂O₂

In 2015 en 2016 heeft Van Remmen UV-Techniek, zelfstandig en in samenwerking met partners (KWR Watercycle Research Institute en Wageningen UR), diverse tests uitgevoerd met Standaard Water, zowel met recept 2015 als 2016. Bij deze tests is gekeken naar de effectiviteit van het Advanced Oxidation Process (AOP) met lagedruk-UVC-lampen, onder toevoeging van waterstofperoxide als radicaalvormer. Hieronder zijn van deze tests de vergelijkbare resultaten gegeven. Alle tests zijn uitgevoerd met geometrisch (lengte en diameter) en technisch (gebruikte lamp en voeding) identieke UVC-reactoren. Hierdoor is de afgegeven UVC-dosis tussen de verschillende experimenten direct vergelijkbaar. De gedoseerde hoeveelheid waterstofperoxide is zoveel mogelijk hetzelfde gehouden. Deze varieerde tussen 15 en 30 mg/l. In alle gevallen zijn de analyses uitgevoerd volgens de goedgekeurde analysemethode door een erkend laboratorium [4]. In alle gevallen is door WUR op recept aangemaakt en geleverd Standaard Water gebruikt.

Tabel 3 laat zien dat voor Standaard Water recept 2015 een dosering van ruim 5000 J/m² onvoldoende is om voor elk gewasbeschermingsmiddel een rendement te halen van 95%. Bij een driemaal zo hoge dosis wordt voor alle middelen wel een rendement van 95% behaald, met uitzondering van iprodion (maar dat kan veroorzaakt worden door een afwijkend analyseresultaat).

Tabel 3. Verwijdering individuele componenten Standaard Water recept 2015, zoals gemeten in onderzoek met KWR [5]

UVC-dosis (J/m ²)	H ₂ O ₂ conc. (ppm)	Type	Boscalid	Imidacloprid	Kresoxim-methyl	Methoxyfenozyde	Pirimicarb	Pymetrozine	Tolclofos-methyl	Iprodion
5129	21	Stwtr 2015	82,8%	86,9%	91,5%	86,8%	84,2%	95,0%	75,9%	86,3%
17055	15	Stwtr 2015	94,7%	99,8%	98,7%	96,3%	97,7%	95,0%	99,3%	73,7%

In tabel 4 is te zien dat met Standaard Water recept 2016 lagere UV-doses voldoende zijn om een verwijderingsrendement van 95% te realiseren. Dit bevestigt de aanname dat de wijziging van de receptuur leidt tot een verlaging van de zuiveringsinspanning (in termen van UV-dosis) op basis van een hogere transmissie.

Tabel 4. Verwijdering individuele componenten Standaard Water recept 2016 zoals gemeten in test bij WUR [6]

UVC-dosis (J/m ²)	H ₂ O ₂ conc. (ppm)	Type	Kresoxim- Methoxy					Tolclofos-		
			Boscalid	Imidacloprid	methyl	fenozide	Pirimicarb	Pymetrozine	methyl	Iprodion
9846	20	Stwtr 2016-2	98,4%	100,0%	100,0%	99,3%	99,1%	93,5%	96,8%	95,4%
21400	22	Stwtr 2016-2	99,8%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,8%	99,0%	99,3%

Tabel 5 laat het belang van een goed gedefinieerd Standaard Water voor AOP zien. De hoeveelheid ijzer in het standaardwater is gespecificeerd, het type chelaat waarmee deze wordt opgelost echter niet. Bij deze experimenten is het ijzerchelaat abusievelijk vervangen door EDDHA (ethylenediamine-N,N'-bis(2-hydroxyphenylacetic acid)) in plaats van DTPA (diethylenetriaminepentaacetic acid). Hoewel de UVC- en waterstofperoxidedoseringen vergelijkbaar zijn worden aanzienlijk lagere verwijderingsrendementen gevonden. Tevens is dit een aanwijzing dat de Fentonreactie (een katalytische omzetting met ijzer als katalysator) een rol speelt bij de omzetting van gewasbeschermingsmiddelen met AOP, omdat het chelaat invloed heeft op de beschikbaarheid van ijzer in het water.

Tabel 5. Verwijdering individuele componenten Standaard Water recept 2016 met een van de gangbare samenstelling afwijkende ijzerdosering (EDDHA i.p.v. DTPA) zoals gevonden in eigen onderzoek Van Remmen

UVC-dosis (J/m ²)	H ₂ O ₂ conc. (ppm)	Type	Kresoxim- Methoxy					Tolclofos-		
			Boscalid	Imidacloprid	methyl	fenozide	Pirimicarb	Pymetrozine	methyl	Iprodion
6885,5	19	Stwtr 2016-1	51,1%	76,6%	73,1%	59,7%	86,9%	46,3%	43,2%	62,2%
19954	20	Stwtr 2016-1	70,8%	99,0%	95,5%	86,3%	83,9%	63,5%	74,5%	59,4%

In tabel 6 is te zien dat met de installatie van Van Remmen een rendement van 95% per individuele stof behaald kan worden. Alle gepresenteerde getallen zijn het gemiddelde van zes monsters. Het relatief lage rendement voor Tolclofos-methyl (85%) was aanleiding om de proef te herhalen. Wat opviel was dat deze stof in geen van de eerdere onderzoeken zo'n afwijkend rendement liet zien. De eerste beoordelingstest is herhaald met exact hetzelfde systeem en dezelfde instellingen. De tweede beoordelingstest behaalde wel het verwachte rendement. Dat spreiding tussen twee identieke beoordelingstests zo groot kan zijn, gekoppeld aan de kosten die dit met zich meebrengt voor de technologieontwikkelaar, is een belangrijke constatering.

Tabel 6. Verwijdering individuele componenten Standaard Water recept 2016 uit voorlopige en definitieve certificeringstest WUR. Dit is een herhaling van hetzelfde experiment [7], [8]

1e Beoordelingstest											
UVC-dosis	H2O2 conc.	Type	Kresoxim- Methoxy						Tolclofos-		
(J/m2)	(ppm)		Boscalid	Imidacloprid	methyl	fenzide	Pirimicarb	Pymetrozine	methyl	Iprodion	
15999	30	Stwtr 2016-2	97,0%	99,9%	98,7%	96,3%	99,9%	95,5%	84,9%	92,8%	

2e Beoordelingstest											
UVC-dosis	H2O2 conc.	Type	Kresoxim- Methoxy						Tolclofos-		
(J/m2)	(ppm)		Boscalid	Imidacloprid	methyl	fenzide	Pirimicarb	Pymetrozine	methyl	Iprodion	
15999	30	Stwtr 2016-2	96,8%	100,0%	99,6%	98,9%	100,0%	96,6%	96,7%	94,5%	

Definitieve beoordelingstest AOP-installatie

De opgedane kennis en ervaring is vertaald naar een systeem voor individuele tuinders. Het doel was een eenvoudig, robuust en schaalbaar ontwerp te realiseren, tegen minimale kosten en onderhoudsbelasting voor de tuinder. Om deze reden is dit systeem ontwikkeld met enkel een AOP-behandeling met lagedruk-UVC-lampen en waterstofperoxidedosering als radicaalvormer. Dit systeem wordt door HortiMaX onder de naam Cleanlite op de markt gebracht [9].

In de tabel achteraan dit artikel is de uiteindelijk gerapporteerde afbraak [8] van gewasbeschermingsmiddelen met dit systeem in de definitieve beoordelingstest weergegeven. Het beeld dat is ontstaan uit de hierboven beschreven data wordt hier ook zichtbaar:

- In het geval van iprodion is een afwijking van meer dan 50% ten opzichte van de receptconcentratie zichtbaar. Ook andere stoffen laten een relatief grote afwijking zien. De BZG ging hiermee akkoord omdat wel betrouwbaar 95% verwijderingsrendement aangetoond kon worden.
- Spreiding in analyses van influent en effluent is in sommige gevallen aanzienlijk. Voor iprodion is een verwijderingsrendement van 94,5% gemeten, deze is afgerond naar 95%. Hierbij zij opgemerkt dat de stof in zeer lage concentratie aanwezig was én grote spreiding in analyseresultaten gaf, wat het vaststellen van een verwijderingsrendement van 95% bemoeilijkt.

Discussie

De benadering om een 'realistisch worst-case-scenario' te ontwikkelen (Standaard Water) en vervolgens de technologie via een doordacht protocol te testen en keuren is op dit moment de beste beschikbare benadering. Toch zijn hier op basis van het beschreven onderzoek een aantal kanttekeningen bij te plaatsen. De resultaten van het beschreven protocol zijn onvoldoende reproduceerbaar. Het vermoeden bestaat dat een deel van de variatie wordt veroorzaakt door variaties in het Standaard Water en daarnaast door de gebruikte analyse(methode). Wat dit verder compliceert is dat diverse behandeltechnieken en werkingsmechanismen met hoge waarschijnlijkheid anders reageren in respons en gevoeligheid op variaties in Standaard Water en methode.

Standaard Water

Door verschillen in de manier van aanmaken, volgorde van toevoegen, intensiteit en duur van roeren, zijn middelen en organische componenten in meer of mindere mate opgelost. Vooral de oplossing van de toegevoegde NOM, zoals poedervormige humuszuren, is kritiek, met potentiële variaties in kwantiteit (een paar tiende gram is snel gemorst) en kwaliteit (mate van oplossing). Dit kan leiden tot variaties in transmissie en chemisch zuurstofverbruik (CZV) en wellicht andere effecten. Een kleifractie wordt als poeder toegevoegd aan het Standaard Water. Aangezien klei gbm en nutriënten kan adsorberen is het belangrijk dat type en mate van dispersie hiervan minimaal variëren. Het is daarnaast belangrijk dat de kleifractie, het toegevoegde NOM en de methode van ijzerdosering op artikelniveau (type en chemische samenstelling) worden vastgelegd. Ogenschijnlijk kleine variaties in producent, kwaliteit en samenstelling kunnen zich zo niet vertalen in een onverklaarde spreiding in de testresultaten. Deze factoren beïnvloeden mogelijk de resultaten voor de geteste en naar alle waarschijnlijkheid ook andere technieken. In de laatste versie van het protocol [10] is reeds een extra beschrijving van Standaard Water opgenomen om de procedure hierop te optimaliseren.

Analysemethode gbm

Het is opvallend dat de gedoseerde gbm met de gebruikte analysemethode in onvoldoende mate teruggemeten worden in het voedingswater. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door matrixeffecten. Een deel van de gbm kan gebonden zijn aan (onvolledig opgeloste) humuszuren en de toegepaste kleifractie (illiet), die bij de analyses voor een deel afgefiltereerd worden en dus niet meegenomen worden in het analyseresultaat. Dit is eenvoudig vast te stellen door het terugmeten van gbm in Standaard Water zonder de toevoegingen van humuszuren en illiet. Daarnaast kan verlies optreden door adsorptie van gbm aan de wand van (kunststof) leidingen en opslagvaten. Dit laatste is eenvoudig te testen door een hoeveelheid Standaard Water aan te maken in een opslagvat van inert materiaal, zoals glas. Een andere mogelijke verklaring van de lage (terug)gemeten gehalten is reductie door natriumsulfiet.

In dit artikel kunnen alleen conclusies getrokken worden op basis van de toegepaste techniek; of deze effecten met andere behandelingstechnieken ook worden gevonden valt binnen dit kader niet te zeggen. Verschillende behandelingstechnieken kunnen mogelijk anders reageren op de beschreven variaties; zo is toepassing van UVC gevoeliger voor variaties in T10 en is toepassing van ozon mogelijk gevoeliger voor CZV en NOM.

Conclusies

Uit de in dit artikel gepresenteerde data kunnen de volgende conclusies getrokken worden op basis van testen met Standaard Water:

- Gewasbeschermingsmiddelen kunnen in voldoende mate verwijderd worden door toepassing van AOP met lagedruk-UVC-lampen en toegevoegd waterstofperoxide;
- De samenstelling van het Standaard Water heeft een effect op de gemeten verwijderingsrendementen. Verandering van receptuur heeft geleid tot een verlaging van de UVC-dosis die nodig is om een rendement van 95% te halen;
- Het gebruikte type ijzerchelaat is van invloed op de gemeten effectiviteit van AOP-systemen met lagedruk-UVC-lampen en waterstofperoxide;
- De reproduceerbaarheid van de uitgevoerde testen is laag;
- In het influent van recept 2016 worden beduidend lagere gbm-concentraties gevonden dan volgens recept zijn toegevoegd. In een aantal gevallen ligt dit beneden de vereiste 50%.

De 'methode-Standaard Water' is een elegante en uitdagende stap voorwaarts in de toetsing van diverse behandelingen en behandeltypen in een eveneens diverse markt. In die zin is dit artikel zeker niet bedoeld als kritiek op de methode. Het protocol en het gebruikte Standaard Water zijn doordacht, actueel en relevant voor het testen van zuiveringsinstallaties. Bovendien is er geen beter technisch alternatief voorhanden, behalve het apart onderzoeken, bemonsteren en goedkeuren van elk systeem bij elke teler. Deze optie is veel duurder en biedt eveneens geen garantie dat het beoogde effect op de waterkwaliteit bereikt wordt. Er zijn echter ook aspecten van de methode, zoals beschreven in dit artikel, die met nader onderzoek of borging de betrouwbaarheid (precisie en reproduceerbaarheid) van de methode nog verder kunnen verhogen. Met onderstaande aanbevelingen zouden de in dit artikel beschreven afwijkingen en variaties verder geminimaliseerd kunnen worden.

Aanbevelingen

Om de variatie in resultaten te minimaliseren en het gebruik van Standaard Water verder te verbeteren - en daarmee de betrouwbaarheid van de resultaten van het testprotocol te verhogen, zijn de volgende aanbevelingen opgesteld:

- Nader onderzoek naar de effecten van variaties in Standaard Water en de effecten hiervan op de gbm-omzetting bij toepassing van AOP. Dit geldt met name voor de rol van humusverbindingen en illiet. Op basis hiervan de receptuur van het Standaard Water beter definiëren.
- Onderzoeken waarom de terug gemeten influentconcentraties van gbm lager zijn dan volgens recept aan het water zijn toegevoegd; voorkomen dat 'verborgen' verbindingen (complexen, metabolieten of geadsorbeerde componenten) verhoogde spreiding of verlaagde omzetting geven;
- Verbeteren van reproduceerbaarheid en precisie analysemethode;

Referenties

1. Besluit van 23 juni 2017 tot wijziging van het Activiteitenbesluit milieubeheer in verband met de vermindering van emissies van gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw en open teelten. *Staatsblad*, Jaargang 2017, Nr.305.
2. Jansen, R., Os, E. van, Blok, C., & Beerling, E. (2012) 'Standaard water' voor toetsing zuiveringstechnologie voor de glastuinbouw. Wageningen UR, maart 2012.
3. Ruijven, J. van, Os, E. van, Blok, C., Beerling, E. (2016). *Standaard Water voor toetsing zuiveringstechnologie voor de glastuinbouw*. Versie 2. Wageningen UR, januari 2016.
4. Ministerie van Infrastructuur en Milieu. *Rapport B, Meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties glastuinbouw*, Versie 1.0 (12 Februari 2016).
5. Rietdijk, J. et al. (2016). *Reductie emissie gewasbeschermingsmiddelen*. Onderzoeksrapport TKI Watertechnologie; KWR 2016.053.
6. Kormelinck, K. groot (2016). *Resultaten GBM Van Remmen WUR*. Eigen onderzoek uitgevoerd in samenwerking met WUR.
7. Ruijven, J. van, Staaij, M. van der (2016). *Meetrapport Beoordeling zuiveringsinstallatie: HortiMaX Cleanlite*. Wageningen Plant Research, oktober 2016.
8. Ruijven, J. Van, Staaij, M. van der (2016). *Meetrapport Beoordeling zuiveringsinstallatie: HortiMaX Cleanlite*. Wageningen Plant Research, november 2016.
9. *BZG-lijst zuiveringsinstallaties glastuinbouw*, Beoordelingscommissie Zuiveringsinstallaties Glastuinbouw, versie 2 november 2017.
https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/user_upload/BZG-lijst_20171102_.pdf, geraadpleegd 21 november 2017.
10. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2017). *Meetprotocol voor het testen van het zuiveringsrendement van zuiveringsinstallaties glastuinbouw*, Versie 1 juli 2017.

Tabel 7. Verwijdering individuele componenten Standaard Water recept 2016 uit definitieve beoordelingstest WUR; A en B geven duplo's aan, de monsternummers 1 t/m 6 zijn op olopende bemonsteringstijdstippen genomen [8]

Stoffen	abamectin	boscalid	esfen-valeraat	imidacloprid	iprodison	kresoxim-methyl	methoxy-fenozide	pirimicarb	pymetrozine	spinosad	tolclofos-methyl
Rapp. grens	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Conc. SW	50	10	10	4	50	5	10	2	50	10	3
Influent 1A	48	13	9.5	5.3	5.3	2.5	14	2.7	77	13	4.5
Influent 1B	49	13	11	5.1	9.9	4.1	14	2.6	77	13	4.2
Influent 2A	46	12	7.8	4.5	2.8	2.4	16	2.3	68	11	3.6
Influent 2B	54	12	8.6	5	1.1	3.7	12	2.4	71	10	3.7
Influent 3A	45	12	12	5.1	9.1	3.8	14	2.3	69	12	3.6
Influent 3B	53	12	10	4.9	5.7	3.4	14	2.3	73	13	4.6
Effluent 1A	0.13	0.46	0.25	<0.01	0.29	0.023	0.18	<0.01	2.8	0.13	0.15
Effluent 1B	0.14	0.54	0.27	<0.01	0.33	<0.01	0.19	<0.01	2.4	0.096	0.2
Effluent 2A	0.11	0.42	0.42	<0.01	0.57	0.027	0.23	<0.01	2.6	0.046	0.19
Effluent 2B	0.091	0.43	0.27	<0.01	0.32	0.022	0.19	<0.01	3.1	0.069	0.18
Effluent 3A	0.11	0.31	0.29	<0.01	0.32	0.018	0.13	<0.01	2.6	0.098	0.13
Effluent 3B	0.1	0.39	0.33	<0.01	0.32	0.023	0.12	<0.01	2.3	0.07	0.13
Effluent 4A	0.1	0.31	0.35	<0.01	0.098	0.022	0.14	<0.01	2.7	0.05	0.13
Effluent 4B	0.1	0.5	0.38	<0.01	0.25	0.019	0.23	<0.01	2.8	0.079	0.13
Effluent 5A	0.092	0.27	0.27	<0.01	0.18	0.011	0.091	<0.01	1.9	0.084	0.079
Effluent 5B	0.059	0.4	0.29	<0.01	0.16	<0.01	0.14	<0.01	2.1	0.063	0.096
Effluent 6A	0.086	0.39	0.35	<0.01	0.21	0.016	0.12	<0.01	2.3	0.058	0.11
Effluent 6B	0.076	0.41	0.42	<0.01	0.22	0.013	0.16	<0.01	2.2	0.057	0.12
Zuivering rendement	99.8	96.8	96.7	100.0	94.5	99.6	98.9	100.0	96.6	99.4	96.7